

## **Chapitre 10- PRUDENCE ET PRÉCAUTION ET DECISION EN SITUATION D'EXPERTISES CONTROVERSÉES**

### **1-INCERTITUDE, IMPRÉCISION ET DISSONANCES COGNITIVES.**

L'évaluation économique probabiliste ne correspond pas à la réalité de la disposition de l'information dans un certain nombre de domaines et en particulier dans celui de la gestion du patrimoine naturel des ressources non renouvelables (Henry 88). L'impossibilité du recours à la prévision mesurable dans de très nombreux cas, rend illusoire la recherche de la prévention optimale notamment celle des risques majeurs (Hourcade 94).

Quatre types de risques peuvent être liés à des actions potentiellement dommageables :

- un risque suspecté identifiable et mesurable
- un risque suspecté identifiable et controversé (mesurable ou non)
- un risque suspecté indécélable (non identifiable et non mesurable)
- un risque non suspecté.

Les trois derniers types de risque marquent une certaine indétermination des conséquences attendues d'une réaction au risque. L'actualité montre, plus particulièrement, l'importance contemporaine des risques identifiables et controversés, tels que la dégradation de la couche d'ozone, les carburants cancérigènes, la vache folle, les aliments transgéniques ou encore les ondes électromagnétiques.

Dès lors qu'il y a indétermination, la question est de savoir si le recours au «principe de précaution» est une décision efficace, c'est-à-dire correspond à la meilleure façon de se garantir contre le risque de ruine. Le principe de précaution apparaîtrait, lorsque les savoirs ne sont pas stabilisés (état de dissonance cognitive), et qu'on ne peut ni établir ni exclure l'existence d'un lien de causalité entre une action et une dégradation de l'environnement qu'elle occasionne (Godard 94). Une telle situation correspond à ce que l'on nomme un état d'expertises controversées. Cet état correspond à un certain nombre de situations incertaines, pour lesquelles, à un moment donné, la recherche ne permet pas, encore, d'apporter la preuve de l'existence ou de l'absence de dommage.

Nous dirons avec Hourcade (94), qu'il y a décisions sous controverses lorsque le niveau donné de précaution possible révèle surtout le pouvoir relatif de conviction de chacune des argumentations des théories en compétition à un moment donné.

Traiter de la pertinence du principe de précaution, dans une telle situation, nous conduira à retenir une approche en terme d'évaluation possibiliste, c'est à dire excluant le recours aux probabilités objectives et subjectives (Dubois-Prade 87). Dans ce cadre, nous proposerons de chercher à identifier l'espace de décision d'un responsable et de montrer le bien fondé du principe de précaution, en incertitude possibiliste et en situation d'expertises controversées. Ceci, dans l'hypothèse, notamment où les expertises controversées prennent la forme de variables linguistiques floues, et, dans le cas de différents types de comportement du décideur.

Les controverses d'expertises scientifiques, sont le plus souvent incompatibles avec la logique booléenne du fait de l'incertitude et de l'imprécision qui précède les résultats validés par toute la communauté. L'imprécision de la nature de certaines relations Causes-Effets, ou l'imprécision dans la mesure de relations mieux connues (Doses-Effets), sont causes d'incertitude dans le pronostic d'expertise et donc source de controverses. De telle sorte que

les quantifications de possibilité d'occurrence de telles relations, sont généralement modélisées par l'intermédiaire de variables linguistiques (très possible, possible, quasi impossible....).

Le recours à une approche possibiliste de la décision, dans le cas d'expertises controversées floues, nous conduira à envisager les différents niveaux de possibilité d'une relation Causes-Effets pour une situation donnée dans l'hypothèse de comportements de décision Prudent et Optimiste du décideur.

## **2-CONTROVERSES, PRUDENCE ET OPTIMISME.**

En situation de controverse scientifique, il existe par définition des divergences d'appréciation vis à vis d'un même risque suspecté. Ces divergences peuvent induire chez les décideurs des attitudes très différentes selon les convictions qu'ils peuvent avoir vis à vis des arguments qui leur sont proposés.

Ainsi, on peut noter, à titre d'exemple, d'une telle divergence d'appréciation, le fait que certains polluants comme les phytosanitaires peuvent être gérés de façon différente selon les administrations responsables : les normes concernant l'eau sont différentes suivant que l'on se trouve au ministère de la santé ou au ministère de l'agriculture. (W.DAB (97).

Par ailleurs le fait qu'il existe une forte présomption que s'installe une alternance de phases de désintérêt et d'hypersensibilité de la part de l'opinion publique, concernant les phénomènes de risques potentiels majeurs, provoquant une forte instabilité des préférences (HOURCADE 94), peut permettre de justifier l'hypothèse de deux comportements alternatifs possibles d'un décideur représentatif : la prudence ou l'optimisme.

WALD (97) précise que la prudence a trois composantes : la prévoyance, la prévention et la précaution. Les deux premières nécessitent la connaissance de l'importance du risque. En cas d'incertitude et d'imprécision sur la nature et l'importance des risques, on peut penser qu'il convient de ne pas rester passif face aux dangers potentiels que court la société, et de ne pas prendre non plus aujourd'hui des décisions qui se révéleraient irrévocables ultérieurement, et donc que la précaution semblerait s'imposer.

Cependant le progrès scientifique est en soi porteur d'une confiance qui décourage l'investissement dans la prévention au prétexte que la société à venir plus informée sur le risque pourrait y faire face, d'autant plus facilement que l'accumulation des savoirs augmente la probabilité qu'apparaissent des solutions aux problèmes actuels.

Parmi l'espace des logiques politiques, deux d'entre elles, qui nous semble caractériser les attitudes les plus fréquentes, peuvent donc coexister :

- la prudence : en cas d'expertises contradictoires, le décideur choisit le regret minimum,
- l'optimisme : en cas d'expertises contradictoires il fait confiance à la science.

Le fait que les savoirs ne sont pas toujours quantifiés, que les convictions scientifiques sont parfois opposées, nécessitent le recours à d'autres instruments de modélisation que la logique classique pour étudier leurs conséquences sur la décision.

## **3-EXPERTISES LINGUISTIQUES ET LOGIQUE FLOUE.**

Le recours à la logique classique (même multivalente) reste insuffisant lorsque l'on aborde des domaines ou des types de questions, pour lesquels les connaissances disponibles sont vagues, imprécises et incertaines. Dans ces circonstances la nature de l'information impose

l'utilisation d'une autre logique que la logique classique: la logique floue, appelée aussi logique linguistique.

La logique booléenne est fondée sur la notion de variable binaire, la logique floue sur celle de variable floue et de variable linguistique. Le terme de variable linguistique est beaucoup plus général que celui de variable floue, qui reste une extension directe de la variable binaire classique.

On peut définir une variable floue  $a$ , comme appartenant à l'intervalle  $[0,1]$ , associée à la fonction d'appartenance  $f_A(x)$ , avec  $a = f_A(x)$ , d'un sous ensemble flou  $A$  de l'univers de référence  $U$ .

L'expression variable linguistique introduite par ZADEH, propose que les valeurs de cette variable ne soient pas numériques, mais symboliques, comme les mots et les expressions du langage courant.

Une variable quelconque peut être représentée par un triplet  $(U, X, D_x)$  composé d'un ensemble de référence  $U$ , d'une désignation  $X$  (nom de la variable) et d'un domaine de définition  $D_x$ , sous ensemble de  $U$ , ou ensemble flou de référentiel  $U$  (cas d'une variable floue). Une variable linguistique est définie par un triplet  $(X, U, T_x)$  dans lequel  $T_x$  désigne l'ensemble fini ou non des valeurs linguistiques de la variable  $X$  appelés termes. Ceci sont des expressions vagues du langage naturel qui caractérisent  $X$  et qui sont modélisées par des ensembles flous. Pour préciser la caractéristique d'une variable linguistique « faible » (le risque d'occurrence est faible), on peut lui associer un adjectif (modificateur) « assez ». La modification de caractéristique se traduira sur la fonction d'appartenance. En supposant que  $R$  est une caractéristique floue dérivée d'une autre caractéristique floue  $A$  par le modificateur  $m$ , on peut écrire  $R=m(A)$  ou  $f_R(x)=mf_A(x)$  140

Une proposition floue simple est de la forme «  $x$  est  $A$  », où  $A$  est un élément de  $T_x$  associé à un prédicat flou. Une proposition composée est constituée de propositions floues simples, telles que «  $x$  est  $A$  », «  $y$  est  $B$  », reliées entre elles par des connecteurs, en général, ET (conjonction) et OU (disjonction) .

On sait, que l'union de deux sous ensemble flous  $A$  et  $B$  de  $X$ , est le sous ensemble flou constitué des éléments de  $X$  affectés du plus grand de leur degré d'appartenance, donné par  $f(A)$  et  $f(B)$ . Elle est définie comme l'élément  $D=A \cup B$  de  $F(X)$  tel que:

$$\forall x \in X, f_D(x) = \max f(A), f(B)$$

Si  $D=A \cup B \dots N$ , alors:

$$\forall x \in X, f_D(x) = \max f(A), f(B) \dots, f(N)$$

$$\forall x \in X, f_D(x) = \min f(A), f(B)$$

L'intersection est définie comme l'élément  $D=A \cap B$  de  $F(X)$  tel que :

Si  $D=A \cap B \dots N$ , alors :

Pour agréger les différentes expertises en une information unique d'aide à la décision, nous utiliserons l'union et l'intersection. L'union consiste à retenir, tout espace de conviction considéré comme pertinent par au moins un expert : nous qualifierons cette position d'optimiste. L'intersection privilégie la conviction commune, mais écarte une partie de l'information disponible, elle correspondra au comportement prudent.

La valeur de vérité d'un risque ( $x$ ) dépendra de la nature des expertises et du comportement du décideur :

-la valeur de vérité de ( $x$ ) pour un décideur prudent sera en symboles logiques:

$$\forall x \in X, f_{A \cap B}(x) = \{x : x \in A \wedge x \in B\}$$

-la valeur de vérité de (x) pour un décideur optimiste sera :

$$\forall x \in X, f_{A \cup B}(x) = \{x : x \in A \vee x \in B\}$$

#### 4-NATURE DES ÉTATS DE CONVICTION.

Nous choisirons, de proposer ici, une approche qui décrit une situation d'expertises controversées, floues, émanant de nombreuses sources, et présentant un état d'informations à partir duquel le décideur devrait prendre une décision efficace. L'absence d'informations certaines rend le processus de décision contraint par les types de comportement du décideur.

L'évaluation consistera à affecter à une situation incertaine un indicateur de possibilité linguistique, compris parmi un ensemble limité de choix. Contrairement à l'hypothèse de Shackle, l'expérimentation montre que les classes de choix qualitatives intelligibles, sont en nombre limité (cette hypothèse peut cependant être levée sans difficulté). Le choix d'une classe constituera un propos d'expertise. Le décideur se prononcera à partir de la consultation d'un nombre non limité d'expertises.

• Hypothèse 1:

- les informations susceptibles de conduire à la décision, émanent de  $S=(1..j..K)$  sources différentes.

• Hypothèse 2:

- les comportements d'acteurs sont respectivement soit Prudent soit Optimiste. Les caractéristiques de ces comportements ont été précisées.

• Hypothèse 3:

-les informations proposées sont de type linguistiques floues (non valuées) et peuvent en principe être rangées en un nombre quelconque,  $N=(1..i..X)$ , de classes ordonnées. Cependant dans la pratique le nombre des classes est borné par la capacité d'appréciation et de rangement des informateurs-experts.

Soit un état  $E^t$ , soumis à l'appréciation d'un expert. Par exemple, celui-ci dispose d'un nombre non limité de classes  $N$ , situées entre IMPOSSIBLE et CERTAIN, (bornes incluses), parmi lesquelles il peut ranger son appréciation linguistique, de la situation présente ou future.

Il semblerait (à la suite d'un test expérimental), que le nombre de classes retenu, soit plutôt de cinq, lorsque l'enquêté propose sa propre classification, plutôt de sept, lorsqu'on lui offre de choisir de ranger son information en cinq ou sept classes. Au-delà de neuf classes, l'arbitraire du classement s'accroît entre les classes de proximité.

Dans le cas de neuf classes d'expertise ( $N=9$ ), nous retiendrons les classes de conviction suivantes:

Tableau N°1

IMPOSSIBLE (I)
Quasi IMPOSSIBLE (QI)
Plus ou moins IMPOSSIBLE (PomP)
Presque POSSIBLE (PP)
POSSIBLE (P)
Tout à fait POSSIBLE (TaP)
Très POSSIBLE (TP)
Quasi CERTAIN (QC)
CERTAIN (C)

On peut considérer que le nombre de classes d'expertise soit pair ou impair. Nous rechercherons la définition des espaces de décision, pour les types de comportements retenus, dans le cas d'un nombre quelconque de classes ( $N=i$ ), et de sources d'information ( $S=j$ ).

La variable POSSIBLE peut occuper en principe tous les rangs, à l'intérieur de l'ensemble des classes ( $N$ ). Cependant les positions les plus vraisemblables qu'il devrait occuper sont avec  $N$  impair :  $\frac{N+1}{2}$ , avec  $N$  pair  $\frac{N}{2}$ , ou,  $\frac{N+2}{2}$ .

### **5-CLASSES DE DÉCISION PERTINENTES.**

Supposons deux sources d'information (deux experts A et B), et deux décideurs, l'un PRUDENT, l'autre OPTIMISTE. Si les deux experts proposent, pour un état futur de la nature ( $E^t$ ), la même réponse, par exemple IMPOSSIBLE (I). Dans le cas retenu, il s'agit d'une expertise sur la relation relative à un phénomène aggravant une situation donnée, nous aurons alors :

-PRUDENT:  $I \wedge I = I$

-OPTIMISTE:  $I \vee I = I$

Par contre, si les deux experts, donnent des réponses contradictoires, IMPOSSIBLE pour l'un et POSSIBLE pour l'autre, nous aurons alors:

-PRUDENT :  $I \wedge P = P$

-OPTIMISTE :  $I \vee P = I$

Ainsi en retenant, par exemple, cinq classes de réponse, nous obtenons les résultats suivants pour chacun des comportements retenus:

Tableau N°2

PRUDENT	OPTIMISTE
$I \wedge I = I$	$I \vee I = I$
$I \wedge QI = QI$	$I \vee QI = I$
$I \wedge C = C$	$I \vee C = I$
$P \wedge P = P$	$P \vee P = P$
$P \wedge I = P$	$P \vee I = I$
$P \wedge QI = P$	$P \vee QI = QI$
$C \wedge C = C$	$C \vee C = C$
$C \wedge P = C$	$C \vee P = P$
$C \wedge TP = C$	$C \vee TP = TP$
$TP \wedge TP = TP$	$TP \vee TP = TP$
$TP \wedge I = TP$	$TP \vee I = I$
$TP \wedge P = TP$	$TP \vee P = P$
$QI \wedge QI = QI$	$Q \vee QI = QI$

$QI \wedge TP = TP$	$QI \vee TP = QI$
$QI \wedge C = C$	$QI \vee C = QI$

-Le nombre de N choix différents observables sera de :

$$N^2 - \binom{N(N-1)}{2} \text{ soit } \frac{N(N+1)}{2}$$

-Chaque fois que N augmente de 1, le nombre de choix s'accroît de la valeur de N.

Quelle que soit la valeur de N, le décideur PRUDENT et le décideur OPTIMISTE ont N choix en commun et  $\frac{N(N-1)}{2}$  choix différents.

### 6-CHOIX SOUS CONTROVERSES POUR DEUX SOURCES D'INFORMATION.

Si l'on construit « la table de vérité »,  $A \wedge B$  min (a,b) par rapport à l'ensemble (I...C), qui correspond à la matrice de sélection d'informations de l'individu PRUDENT, on obtiendra le tableau suivant pour N=9 :

Tableau N°3

(A/B)	I	QI	PomP	PP	P	TaP	TP	QC	C
I	I	QI	PomP	PP	P	TaP	TP	QC	C
QI	QI	QI	PomP	PP	P	TaP	TP	QC	C
PomP	PomP	PomP	PomP	PP	P	TaP	TP	QC	C
PP	PP	PP	PP	PP	P	TaP	TP	QC	C
P	P	P	P	P	P	TaP	TP	QC	C
TaP	TaP	TaP	TaP	TaP	Tap	TaP	TP	QC	C
TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	QC	C
QC	QC	QC	QC	QC	QC	QC	QC	QC	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

La table de vérité,  $A \vee B$  max (a,b) par rapport à l'ensemble (I...C), du décideur OPTIMISTE sera :

Tableau N°4

A/B	I	QI	PomP	PP	P	TaP	TP	QC	C
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
QI	I	QI	QI	QI	QI	QI	QI	QI	QI
PomP	I	QI	PomP	PomP	PomP	PomP	PomP	PomP	PomP
PP	I	QI	PomP	PP	PP	PP	PP	PP	PP
P	I	QI	PomP	PP	P	P	P	P	P

TaP	I	QI	PomP	PP	P	TaP	TaP	Tap	Tap
TP	I	QI	PomP	PP	P	TaP	TP	TP	TP
QC	I	QI	PomP	PP	P	TaP	TP	QC	QC
C	I	QI	PomP	PP	P	TaP	TP	QC	C

• Dans le cas du comportement PRUDENT, toutes les sélections d'informations de POSSIBLE à CERTAIN, (POSSIBLE inclus), conduisent à une décision positive de la part du décideur, (décision de précaution). Toutes celles comprises entre IMPOSSIBLE et POSSIBLE (POSSIBLE exclu), à une décision négative.

• Dans le cas du comportement OPTIMISTE, toutes les sélections d'informations de POSSIBLE à CERTAIN (POSSIBLE exclu), conduisent à une décision positive de la part du décideur. Toutes celles comprises entre IMPOSSIBLE et POSSIBLE (POSSIBLE inclus) à une décision négative.

On constate, lorsque  $N=9$ , que concernant le comportement PRUDENT, sur 81 sélections d'informations 65, sont supérieures ou égales à POSSIBLE, 16, inférieures. Dans le cas du comportement OPTIMISTE, 16 sélections conduisent à une décision positive, 65 à une décision négative.

Ainsi lorsque nous avons :

- deux sources d'information ( $S=2$ ),
- $N$  impair,
- POSSIBLE rang médian,
- $N$  classes
- $N^2$  sélections

Le nombre de décisions positives pour un individu PRUDENT est de :

$N^2 - \left[ N - \frac{N-1}{n} \right]^2$  soit  $N^2 - \left[ \frac{N-1}{2} \right]^2$ , le nombre des non  $\left[ \frac{N-1}{2} \right]^2$ ,  
en pourcentage respectivement :

$$N^2 - \left[ \frac{N-1}{2} \right]^2 / N^2 \text{ et } \left[ \frac{N-1}{2} \right]^2 / N^2.$$

Nous pouvons établir le nombre de décisions positives et négatives, et les proportions qu'elles représentent, pour les types de comportement retenus (deux), quelle que soit la valeur de  $N$ .

Ce qui nous conduit au résultat suivant :

Tableau N°5

N	Rang de Possib le	COMPORTEMENT OPTIMISTE				COMPORTEMENT PRUDENT			
		OUI	%	NON	%	OUI	%	NON	%
N pair	$\frac{N}{2}$	$N^2 - \left[ \frac{N}{2} - 1 \right]^2$	$1 - \left( \frac{N-2}{2N} \right)^2$	$\left[ \frac{N}{2} - 1 \right]^2$	$\left( \frac{N-2}{2N} \right)^2$	$\left[ \frac{N}{2} \right]^2$	$\left[ \frac{N}{2N} \right]^2$	$N^2 - \left[ \frac{N}{2} \right]^2$	$1 - \left[ \frac{N}{2N} \right]^2$

N impair	$\left(\frac{N+1}{2}\right)$	$N^2 - \left(\frac{N-1}{2}\right)^2$	$1 - \left(\frac{N-1}{2N}\right)^2$	$\left(\frac{N-1}{2}\right)^2$	$\left(\frac{N-1}{2N}\right)^2$	$\left(\frac{N-1}{2}\right)^2$	$\left(\frac{N-1}{2N}\right)^2$	$N^2 - \left(\frac{N-1}{2}\right)^2$	$1 - \left(\frac{N-1}{2N}\right)^2$
N pair	$\left(\frac{N+2}{2}\right)$	$N^2 - \left[\frac{N}{2}\right]^2$	$1 - \left[\frac{N}{2N}\right]^2$	$\left[\frac{N}{2}\right]^2$	$\left[\frac{N}{2N}\right]^2$	$\left[\frac{N}{2} - 1\right]^2$	$\left(\frac{N-2}{2N}\right)^2$	$N^2 - \left[\frac{N}{2} - 1\right]^2$	$1 - \left(\frac{N-2}{2N}\right)^2$

Lorsque N (nombre d'expertises) s'accroît, la proportion de décisions positives (agir), converge (pour une valeur centrale de POSSIBLE), vers 3/4, celle des décisions négatives (ne pas agir), converge vers 1/4 pour le comportement PRUDENT, le contraire pour le comportement OPTIMISTE. Les décisions relevant des deux comportements différents sont symétriques.

### 7-DÉCISIONS EN SITUATION DE MAXIMUM DE CONTROVERSE.

Si nous considérons dans un premier temps, la situation suivante pour un décideur PRUDENT . Nous avons dans le cas N=3 et S=2 :

Tableau N°6

N=3	I	P	C
I	I	P	C
P	P	P	C
C	C	C	C

Dans le cas N=3, et S=3, nous obtenons:

Tableau N°7

N=3	I	P	C	N=3	I	P	C	N=3	I	P	C
I	I	P	C	I	P	P	C	I	C	C	C
P	P	P	C	P	P	P	C	P	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Ainsi donc lorsque S=2,3, est N=3, le nombre de réponses pour un décideur PRUDENT pour la classe i soit (ROi) est donc:

Tableau N°8

N=3	S=1...j...k	
	S=2	S=3
Impossible	1	1
Possible	3	7
Certain	5	19

Dans le cas où N=7 et S=3 , la valeur des (ROi) sera :



Tableau N°9

N=7	S=1...j...K	
	S=2	S=3
Impossible	1	1
Quasi impossible	3	7
Presque possible	5	19
Possible	7	37
Tout à fait possible	9	61
Quasi certain	11	91
certain	13	127

Si on considère le rang  $i$  d'une classe d'information, on observe que, quelle que soit la position de POSSIBLE, pour  $S=2$ , le nombre de réponses de la classe ( $i$ ) sera :

$$(ROi)_2 = (i)^2 - (i-1)^2$$

Ainsi avec une valeur de ( $i$ ) =4 (correspondant à POSSIBLE), nous obtenons:

$$(RO4)_2 = (4)^2 - (4-1)^2 = 7$$

Lorsque  $S=3$  :

$$(ROi)_3 = (i)^3 - (i-1)^3$$

avec la même valeur de POSSIBLE que précédemment nous obtenons:

$$(RO4)_3 = (4)^3 - (4-1)^3 = 37$$

: Si on considère le rang ( $i$ ) d'une classe d'information, on observe que, quelle que soit la position de POSSIBLE, pour  $S=j$ , le nombre de réponses de la classe ( $i$ ) pour un décideur PRUDENT ( $ROi$ ), sera  $(ROi)_j = (i)^j - (i-1)^j$ .

Dans le cas où le comportement observé serait OPTIMISTE, on peut établir selon la démarche précédente la valeur des réponses ( $RPi$ ), pour  $N=7$  et  $S=3$ .

Tableau N°10

N=7	S=1...j...K	
	S=2	S=3
Impossible	13	127
Quasi impossible	11	91
Presque possible	9	61
Possible	7	37
Tout à fait possible	5	19
Quasi certain	3	7
certain	1	1

On observe que:

$$(RPN)_2 = (RO1)_2 = (1)^2 - (1-1)^2$$

$$(RPN - 1)_2 = (RO2)_2 = (2)^2 - (2-1)^2$$

.....

$$(RP1)_2 = (RON)_2 = (N)^2 - (N-1)^2$$

Ce que l'on vérifie, quelle que soit la valeur de  $S=1...j...K$ .

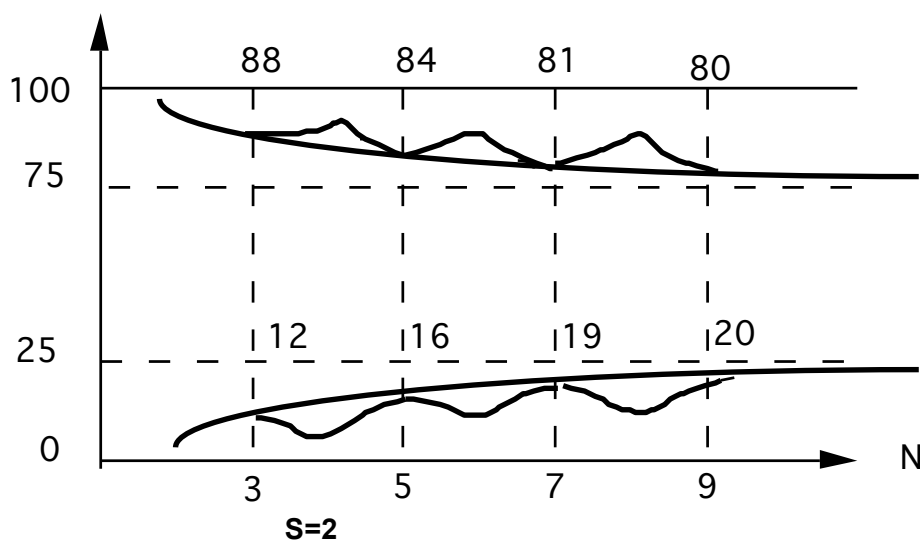
Ainsi Le nombre de réponses pour n'importe quel nombre de classes d'incertitude, et pour n'importe quel nombre de sources d'information, dans le cas de comportement PRUDENT ou OPTIMISTE. est :

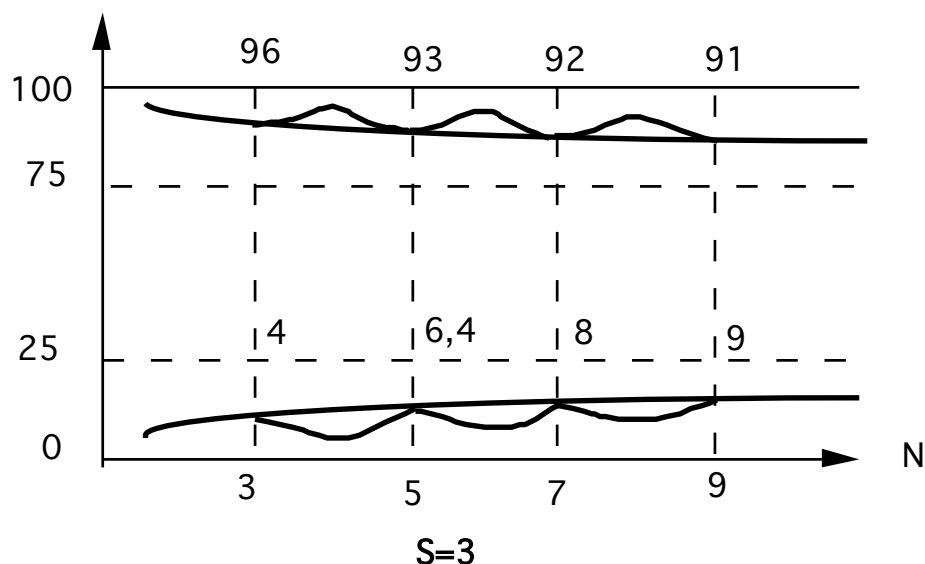
$$(RPN)_J = (RO1)_J = (1)^J - (1-1)^J$$

$$(RPN - 1)_J = (RO2)_J = (2)^J - (2-1)^J$$

.....

$$(RP1)_J = (RON)_J = (N)^J - (N-1)^J$$





Dans le cas où  $S=1\dots j\dots k$ , les différentes réponses, positives ou négatives selon les types de comportement, et selon que  $N$  est pair ou impair, seraient données par le tableau suivant:

Tableau N°11

N	Rang de POSSIBLE	COMPOTEMENT PRUDENT		COMPOTEMENT OPTIMISTE	
		OUI	NON	OUI	NON
N pair	$\frac{N}{2}$	$N^J - \left[ \frac{N}{2} - 1 \right]^J$	$\left[ \frac{N}{2} - 1 \right]^J$	$\left[ \frac{N}{2} \right]^J$	$N^J - \left[ \frac{N}{2} \right]^J$
N impair	$\left( \frac{N+1}{2} \right)$	$N^J - \left[ \frac{N-1}{2} \right]^J$	$\left( \frac{N-1}{2} \right)^J$	$\left( \frac{N-1}{2} \right)^J$	$N^J - \left( \frac{N-1}{2} \right)^J$
N pair	$\left( \frac{N+2}{2} \right)$	$N^J - \left[ \frac{N}{2} \right]^J$	$\left( \frac{N}{2} \right)^J$	$\left( \frac{N}{2} - 1 \right)^J$	$N^J - \left( \frac{N}{2} - 1 \right)^J$

L'extension à  $K$  sources fait apparaître un accroissement des taux de réponses positives pour le décideur PRUDENT, et une diminution de ce même taux chez le décideur OPTIMISTE. Il résulte du tableau 11 la proposition suivante:

Lorsque le nombre de sources d'information tend à s'accroître quel que soit  $N$ , le taux de décisions positives (précaution), tend vers 1 rapidement pour le décideur PRUDENT, vers 0 pour le décideur OPTIMISTE. Le taux de refus tend vers 0 pour le décideur PRUDENT vers 1 pour le décideur OPTIMISTE. En conséquence, il résulte que:

Dans un espace de possibilités (imprécision et incertitude), quelque soit le nombre de classes d'incertitude, lorsque le nombre de sources d'information (expertises) exprimées par des variables linguistiques floues s'accroît, la décision optimale, pour un décideur PRUDENT est le recours au principe de précaution.

## **8-REDONDANCE ET PERTINENCE DU PRINCIPE DE PRÉCAUTION.**

Le résultat précédent décrit la situation où le décideur dispose d'un grand nombre de sources d'information, pour chaque classe d'information. Il exprime aussi l'ensemble des combinaisons possibles d'opinions incluant une certaine redondance. La redondance des expertises exprimant leur convergence. Ainsi nous avons décrit précédemment le champs des combinaisons possibles des opinions d'experts différents, mais nous n'avons pas considéré séparément la situation de redondance des résultats d'expertise, qui mesure le degré de controverse.

En cas de redondance nulle, il y a maximum de controverse, et à l'inverse un degré nul de controverse implique une redondance maximale.

En fait, l'analyse précédente considère une valeur de controverse égale à la valeur de N, donc un taux de redondance égal à  $1/N$ .

Si on lève cette hypothèse et si l'on considère un taux de redondance nul, la convergence vers 1, du taux de décision positive (précaution) s'accroît, pour le décideur prudent.

Si l'on considère le taux de redondance égal à 1, alors quelle que soit la valeur de S et N, la divergence entre le nombre de décisions positives, pour un décideur prudent et pour un décideur optimiste tend vers 1.

### Bibliographie.

- BOUCHON-MEUNIER B.** (1993): La logique floue, 2<sup>e</sup> édition, Paris PUF.
- DOMBI J.** (1982): Basic concept for a theory of evaluation: the agregative operation. European Operations Research, 10, (pp282-293).
- DUBOIS D. et PRADE M.** (1987): La théorie des possibilités Paris Masson.
- DUBOIS D. et PRADE M.,**(1991): Les logiques du flou et du très possible; La Recherche Vol 22 Novembre 1991 (pp1308-1315).
- GODARD O.** (1994): Développement durable: paysage intellectuel. Nature Sciences Société Vol 2 N°4 (pp 309-322).
- GODARD O. (1997): L'ambivalence de la précaution in 0.GODARD (sous la direction de): Le principe de précaution, dans la conduite des affaires humaines. MSH-INRA .
- HENRY C.** (1988): Investment project and natural resources economic rationality Ecological Economics 1 (pp 117-135).
- HOURCADE J.C**(1994)): analyse économique et gestion des risques climatiques. Nature Sciences Sociétés 2 (3) pp202-211.
- HOURCADE J.C. (1997): Approche séquentielle de l'effet de serre in 0.GODARD (sous la direction de): Le principe de précaution, dans la conduite des affaires humaines. MSH-INRA
- KAUFMANN A.** (1973): Introduction à la théorie des sous ensembles flous tome 1 Paris Masson .
- LAVÉRIE M. (1997): La sécurité industrielle in 0.GODARD (sous la direction de): Le principe de précaution, dans la conduite des affaires humaines. MSH-INRA .
- MORMONT M.** ((1995): Expertise scientifique et action publique: le cas du changement climatique dans trois pays européens. Natures Sciences Sociétés 3 (1) (pp16-25).
- OURISSON G.** (1995): Les impossibles dans la préservation de l'environnement. Pour la Science N°209 Mars (pp10-11)
- PALMER G. et LEBLANC B.** (1993):Moteur décisionnel dans le cadre de la logique possibiliste : Les applications des ensembles flous NIMES (pp61-68).
- PEARCE D** (1993):Evaluating socio-economic impacts of climate change: an introduction:in :Climate, change evaluating the socio-economic impts OCDE Paris.
- ROQUELO P.**(1993): climats sous surveillance limites et conditions de l'expertise scientifique. Paris ECONOMICA
- SHACKLE G.L.S.**(1971): Décision, déterminisme et temps Paris Dunod.
- TREICH N** (1997) : Vers une théorie économique de la précaution Risques N°32 Octobre-Décembre (pp117-132).

- WALD E. (1997): Le retour du malin génie, in O.GODARD (sous la direction de): Le principe de précaution, dans la conduite des affaires humaines. MSH-INRA
- ZADEH L.A.** (1965): Fuzzy sets: Information and control,8, (pp338-353).
- ZADEH L.A.** (1978): Fuzzy sets on a basic of a theory of possibility. Fuzzy sets and systems, 1, (pp3-28)